

## Março de 2018

Publicação periódica de difusão científica e tecnológica editada pelo Instituto Mato-grossense do Algodão (IMAMT) e dirigida a profissionais envolvidos com o cultivo e beneficiamento do algodão.

**Diretor executivo**  
Álvaro Salles

**Contato**  
www.imamt.com.br

**Email**  
imamt@  
imamt.com.br

**Tiragem**  
2000 exemplares



## Alternativas para controle químico e identificação molecular de *Amaranthus palmeri*

Edson R. de Andrade Junior<sup>1</sup>, Anderson Luis Cavenaghi<sup>2</sup>, Sebastião Carneiro Guimarães<sup>3</sup>, Leonardo Bitencourt Scoz<sup>1</sup>, Ramiro F. López Ovejero<sup>4</sup>

**A presença de *Amaranthus palmeri*** (caruru-palmeri) em áreas cultivadas com soja, milho e algodão no estado de Mato Grosso (ANDRADE JR. *et al.*, 2015) requer atenção especial dos envolvidos nestes sistemas de produção, considerando principalmente a dificuldade de controle: no mundo já há relatos de biótipos dessa espécie com resistência a herbicidas de vários sítios de ação, a maioria deles com resistência múltipla.

Estudos com o biótipo encontrado em Mato Grosso identificaram resistência múltipla aos inibidores da EPSPS e da ALS (ANDRADE

JR. *et al.*, 2015; CARVALHO *et al.*, 2015; GONÇALVES NETO, *et al.*, 2016). Esta é a resistência múltipla com maior ocorrência nos Estados Unidos, porém, há naquele país relatos de resistência múltipla a ALS/Fotossistema II/EPSPS; ALS/Fotossistema II/HPPD; ALS/PPO; Fotossistema II/HPPD; EPSPS/PPO e Fotossistema II/EPSPS (INTERNATIONAL SURVEY OF HERBICIDE RESISTANT WEEDS, 2018).

A Instrução Normativa nº 86 do INDEA-MT de 2015 (INDEA, 2015) auxilia na contenção desta planta daninha indicando vários cuidados para se evitar a dispersão

(1) Pesquisador do Instituto Mato-Grossense do Algodão.  
Email: edsonjunior@imamt.com.br

(2) Professor do UNIVAG - Centro Universitário, Várzea Grande - MT.  
Email: alcavenaghi@uol.com.br

(3) Professor da Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, MT.

(4) Monsanto do Brasil, São Paulo, SP.

do caruru-palmeri após a confirmação de sua presença. Além disso, trabalhos de pesquisa e extensão são realizados para monitorar a presença dessa espécie em áreas de produção e estudar a eficácia de herbicidas que possam ser recomendados para seu controle.

Apesar dos bons resultados obtidos na contenção da espécie no estado até o momento, principalmente pela colaboração de todos os envolvidos (produtores, órgãos de defesa fitossanitária e pesquisadores), o risco de dispersão está sempre presente. Nos Estados Unidos, em pouco mais de 20 anos, o AMAPA saiu da condição de planta de pouca importância para ser a planta daninha mais problemática do país, apresentando ampla distribuição, dificuldade de manejo e grande prejuízo econômico (WARD *et al.*, 2013, CHAHAL *et al.*, 2015). O mesmo problema é observado atualmente na Argentina (TUESCA *et al.*, 2016).

O controle químico, associado a outras ferramentas, é fundamental para auxiliar no manejo dessa espécie, e quanto maior o número de alternativas com diferentes sítios de ação, maior a chance de se obter sucesso nesse manejo (ANDRADE JUNIOR *et al.*, 2017).

Desde a safra 2014/2015, ensaios são realizados a campo e em casa-de-vegetação com o propósito de avaliar a eficácia de herbicidas no controle de caruru-palmeri.

Nas aplicações de herbicidas pós-emergentes, tanto nos ensaios de casa-de-vegetação quanto a campo, o estágio de desenvolvimento do caruru-palmeri no momento da aplicação apresentou grande influência no

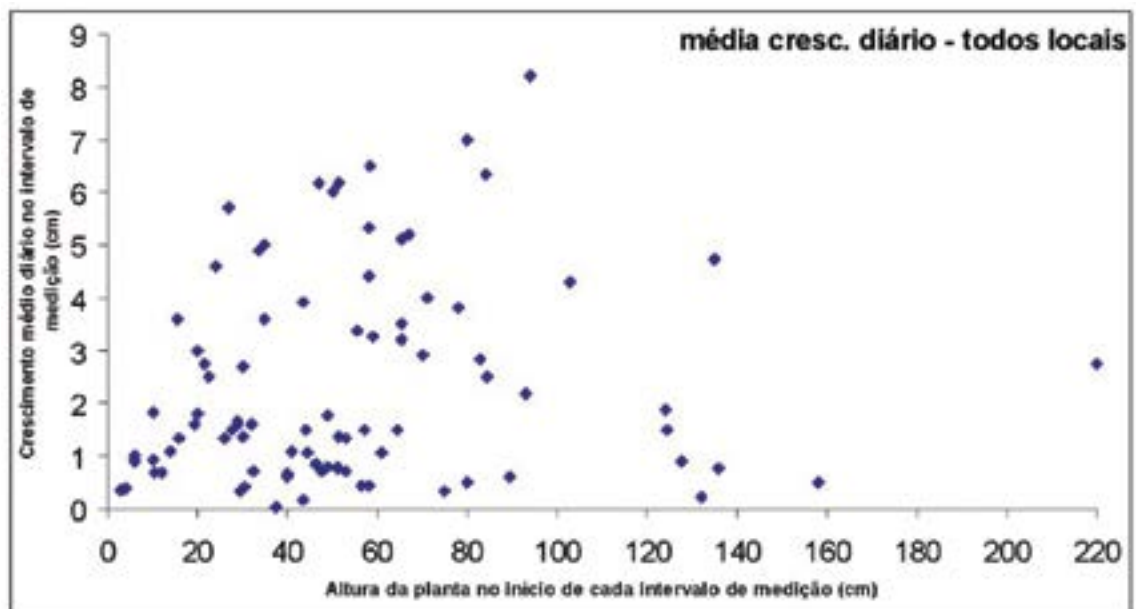
resultado final. Melhores controles são obtidos nos estádios iniciais, 4 a 6 folhas, e a eficácia é reduzida quando as plantas apresentam mais que 10 folhas. Esse fato ganha importância pelo rápido crescimento da espécie no campo, o que proporciona curto período para a realização da aplicação nos estádios mais favoráveis.

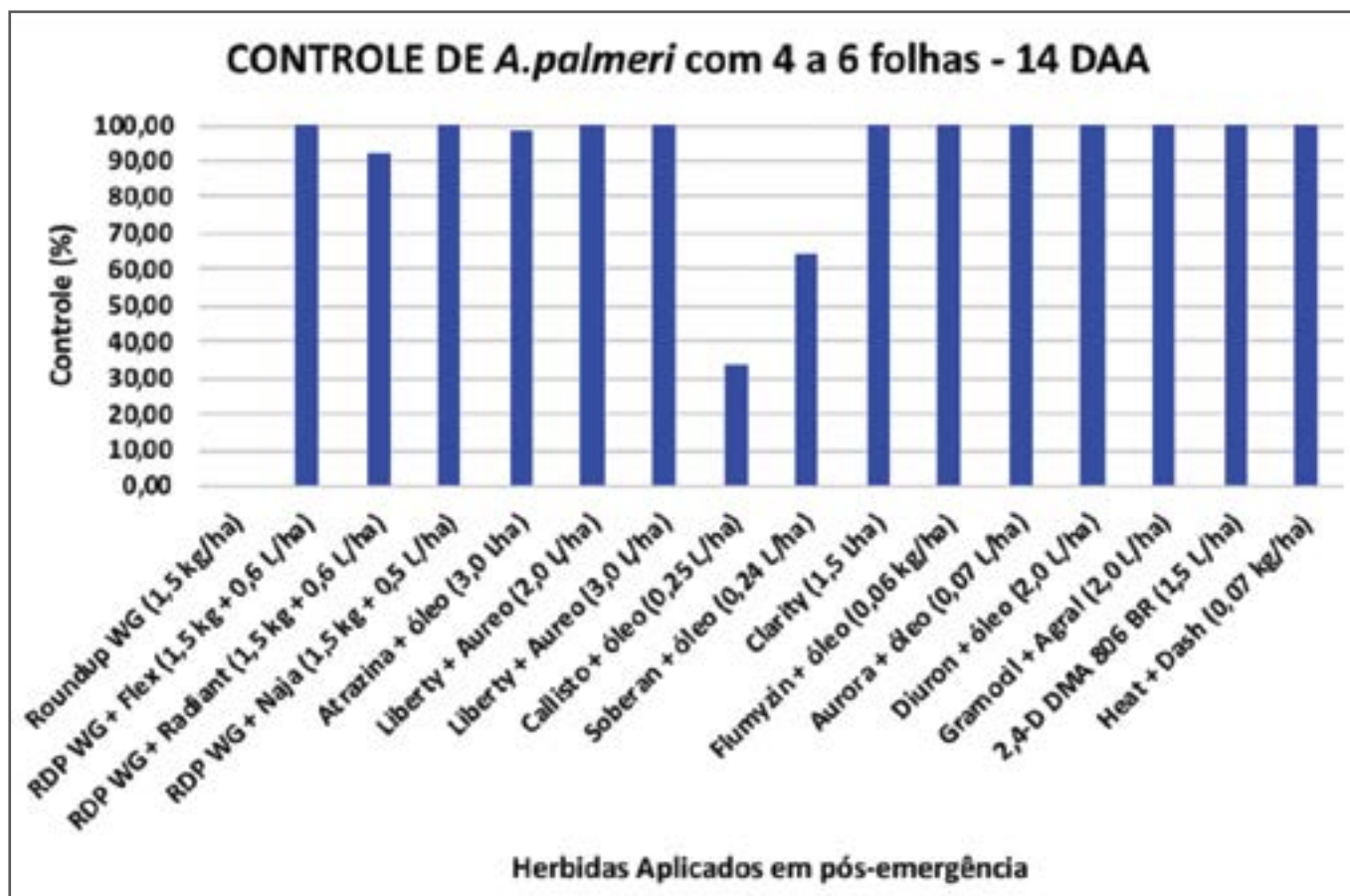
Na *Figura 1* são apresentados dados de crescimento diário a campo de plantas de caruru-palmeri em três propriedades/ambientes (soja-algodão, soja-milho e soja-pousio). Foram medidas 24 plantas, escolhidas aleatoriamente nas áreas, com diferentes alturas iniciais. O número de dias entre a medida inicial e a final também não foi constante, fatores esses que contribuíram para a grande variabilidade de crescimento médio diário observado. Destaca-se nessas amostras uma planta que cresceu 41 cm num período de 5 dias, o que gerou o valor médio de 8,2 cm/dia no intervalo. Embora com menor número de amostras, verificou-se que plantas pequenas podem crescer entre 1,0 e 1,5 cm/dia, o que pode fazer com que fiquem, em poucos dias, fora do estágio recomendado para a eficácia prevista para tratamentos herbicidas de pós-emergência.

Na *Figura 2* são apresentados resultados de controle de caruru-palmeri aos 14 dias após a aplicação (DAA) em pós-emergência de diferentes herbicidas em casa-de-vegetação. No momento da aplicação as plantas estavam com 4 a 6 folhas.

Como esperado, o Roundup WG na dose de 1,5 kg/ha não apresentou controle das plantas

**Figura 1.** Crescimento médio diário de plantas de *Amaranthus palmeri* em três diferentes propriedades.





**Figura 2.** Notas de controle de *Amaranthus palmeri*, aos 14 dias após a aplicação de diferentes tratamentos herbicidas em pós-emergência.

de caruru-palmeri. Porém, excetuando-se os inibidores da HPPD (Callisto e Soberan), os demais herbicidas apresentaram controles acima de 90% e muitos provocaram a morte das plantas aos 14 dias após a aplicação.

O ensaio foi realizado em vaso, não havia cultura semeada, e por esse motivo, o uso de cada tratamento herbicida deve respeitar as recomendações para as culturas para as quais são indicados. Foram avaliados produtos com sete sítios de ação, e dentre eles, bons resultados foram obtidos com os inibidores da Protox (Flex, Radiant, Naja, Flumyzin, Aurora e Heat), os inibidores do fotossistema II (Atrazina e Diuron), o inibidor da GS (Liberty), o inibidor do fotossistema I (Gramodl) e os mimetizadores das auxinas (Clarity e 2,4-D).

Embora haja alternativas de pós-emergência para controle do biótipo, os herbicidas de pré-emergência são ferramentas fundamentais para o controle e prevenção de plantas daninhas resistentes, como é o caso do caruru-palmeri, pois permitem incluir sítios de ação diferentes no programa de manejo, contribuem para o desenvolvimento inicial da cultura "no limpo" e favorecem o desempenho dos tratamentos de pós-emergência, porque esses são aplicados sobre plantas em menores densidades e estádios de desenvolvimento.

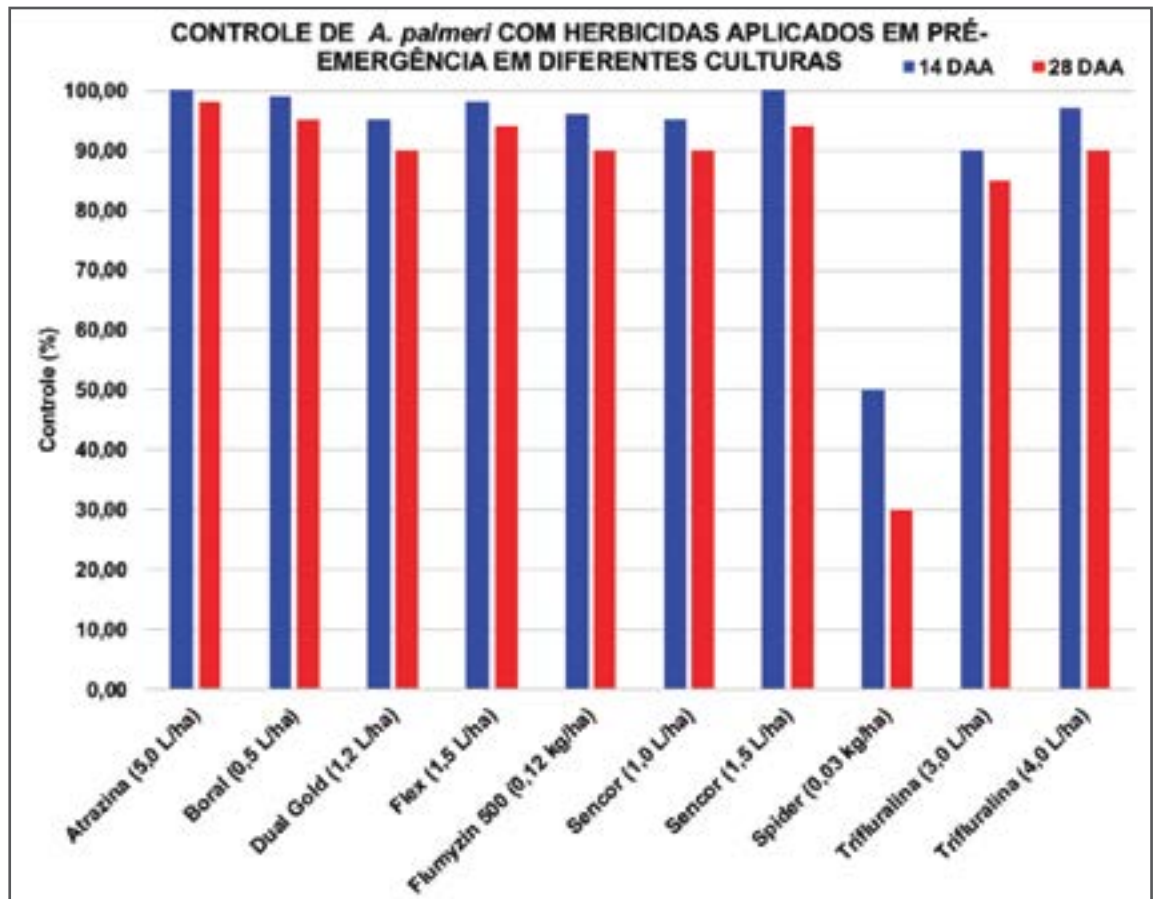
Ensaio para avaliação de pré-emergentes foram realizados a campo em áreas infestadas com caruru-palmeri nas culturas da soja, algodão e milho, com teores de argila entre 41 a 61% e de matéria orgânica entre 2,3 a 2,7%.

A Figura 3 apresenta uma compilação dos resultados de controle obtidos aos 14 e 28 dias após a aplicação dos herbicidas aplicados em pré-emergência nas diferentes culturas. Os herbicidas Boral, Dual Gold, Flumyzin, Spider e Sencor foram utilizados na cultura da soja; Flex e Trifluralina foram utilizados nas culturas da soja e algodão e Atrazina na cultura do milho.

A menor eficiência foi observada para o herbicida Spider, aplicado na dose de 0,03 kg/ha, o que já era esperado, pois grande parte da população da área possui biótipo resistente aos inibidores da ALS. Os demais herbicidas apresentaram bons controles até a avaliação aos 28 dias.

Os herbicidas inibidores da Protox (Boral, Flumyzin e Flex), inibidores do Fotossistema II (Sencor e Atrazina), inibidores de AGCL (Dual Gold) e inibidores da tubulina (trifluralina) apresentaram bom controle de caruru-palmeri e podem ser utilizados na rotação com herbicidas de pós-emergência que apresentem outros sítios de ação.

**Figura 3.**  
Notas de controle de *Amaranthus palmeri* aos 14 e 28 DAA após a aplicação de tratamentos herbicidas de pré-emergência.



**Figura 4.**  
Parcela com aplicação herbicida pré-emergente na cultura do algodoeiro aos 28 DAA.



**Figura 5.**  
Parcela com aplicação de herbicida pré-emergente na cultura da soja aos 28 DAA.



Para ilustrar, as *Figura 4 e 5* apresentam imagens de parcelas com aplicação de herbicidas pré-emergentes nas culturas do algodoeiro e soja, respectivamente, aos 28 dias após a aplicação.

Várias associações de herbicidas em pré-emergência foram também avaliadas a campo, com o intuito de se aumentar o espectro e a eficácia de controle, obtendo-se bons resultados como Boral + Dual Gold, Boral + Trifluralina em soja e Flex + Dual Gold, Flex + Trifluralina e Diuron + Trifluralina em algodão.

Na cultura do algodoeiro, excelentes resultados de controle de caruru-palmeri foram obtidos com herbicidas residuais, aplicados tradicionalmente na semeadura, mas também após a emergência da cultura, prolongando o efeito residual de controle e prevenindo a seleção de biótipos resistentes. Vale ressaltar que nessas aplicações, obrigatoriamente, devem ser utilizados herbicidas residuais com sítios de ação diferentes. Como exemplo, após o uso de diuron + trifluralina em pré-emergência, o herbicida Dual Gold foi utilizado no estágio conhecido como "orelha de onça", o que prolongou o efeito residual de controle.

O ideal seria conseguir reproduzir essa operação na cultura da soja, ou seja, utilizar herbicidas residuais em pré-emergência, como Boral, Sencor, Trifluralina, Flumy-

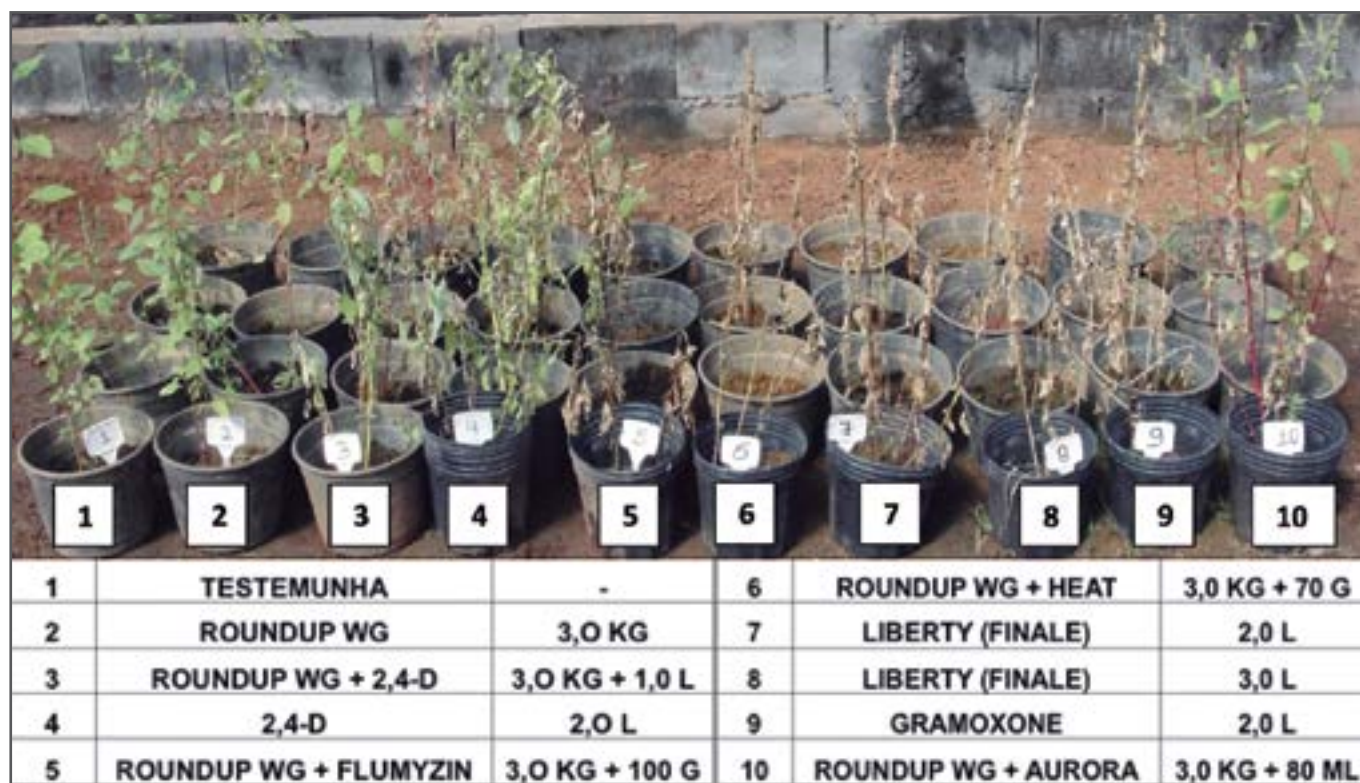
zin, e avaliar possíveis herbicidas residuais que possam ser utilizados após a emergência da cultura. Essa operação é chamada de "overlapping" e tem sido utilizada com sucesso na Argentina e nos Estados Unidos.

Um desafio tem sido encontrar tratamentos herbicidas para controlar caruru-palmeri em estádios mais avançados, necessários na operação de dessecação para semeadura, ou mesmo para manejo das áreas não cultivadas sob fiscalização. No campo, os produtos utilizados para dessecação das áreas dos ensaios foram Liberty e Gramoxone nas doses de 3,0 e 2,0 L/ha, respectivamente, com bons resultados na dessecação de caruru-palmeri até 60 cm de altura, antes do florescimento.

Em casa-de-vegetação, plantas com 40 a 60 cm de altura, em estágio de pré-florescimento, foram aplicadas com herbicidas normalmente utilizados na dessecação. Na *Figura 6* é apresentada uma imagem obtida aos 14 dias após a aplicação dos herbicidas, e a identificação dos tratamentos.

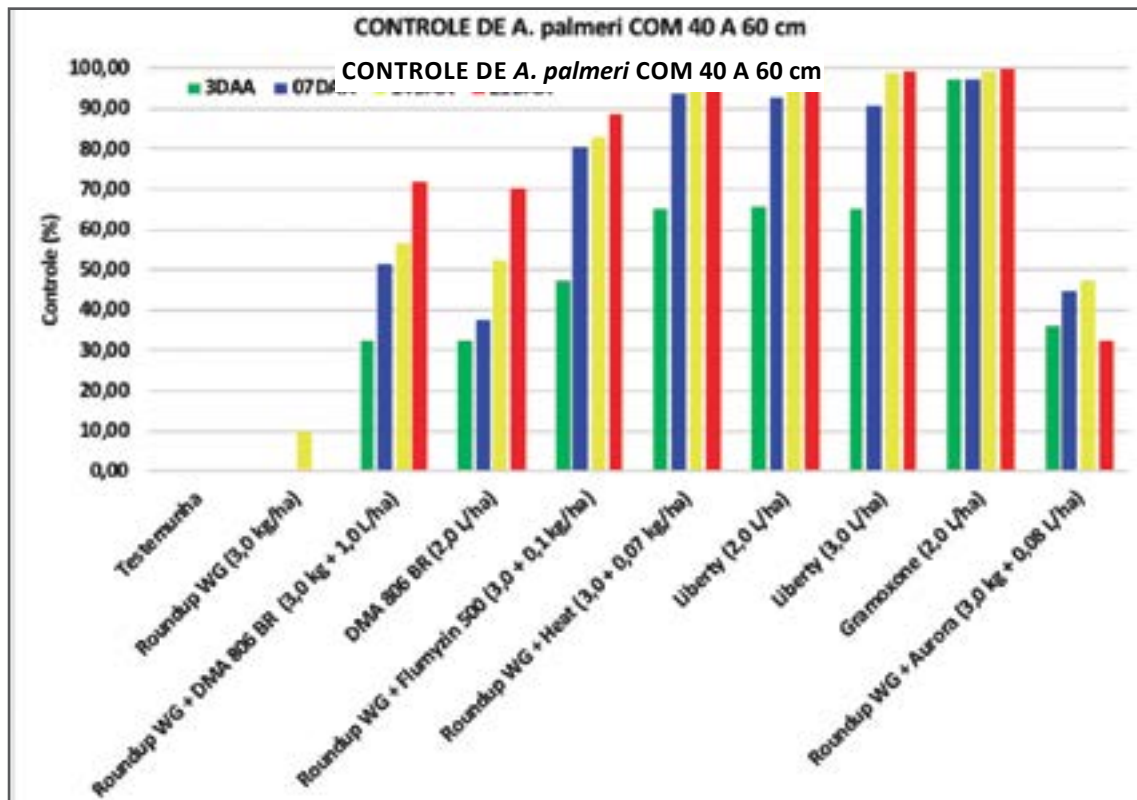
A *Figura 7* apresenta os resultados de controle obtidos pelos diferentes herbicidas utilizados no ensaio aos 3, 7, 14 e 21 DAA.

Os melhores resultados foram observados quando o tratamento continha os herbicidas Flumyazin, Heat, Liberty e Gramoxone.



**Figura 6.** Plantas de caruru-palmeri que receberam aplicação com 40 a 60 cm de altura, no estágio de pré-florescimento. Imagem obtida aos 14DAA.

**Figura 7.** Notas de controle de plantas de caruru-palmeri com 40 a 60 cm de altura em pós-emergência utilizando diferentes herbicidas.



A escolha do herbicida a ser utilizado para manejo de áreas com resistência de plantas daninhas dependerá de vários fatores, porém as demais espécies presentes na área, além do caruru-palmeri, deverão ser consideradas.

A utilização dos herbicidas e doses mencionados nesta circular deve seguir as recomendações de bula, principalmente a definição de doses para áreas com teores de argila e matéria orgânica inferiores aos das áreas utilizadas nas pesquisas a campo, pelo risco de fitotoxicidade.

O uso de coberturas mortas auxiliará na redução da densidade de plantas germinadas,

aumentando a chance de se obter sucesso no controle químico. Outro fator de extrema importância é o cuidado com a limpeza de maquinários que serão utilizados em diferentes propriedades, principalmente se uma delas apresentar áreas com plantas daninhas resistentes a herbicida.

Finalizando, a rotação de sítios de ação de herbicidas é fundamental para prevenir a seleção de biótipos de plantas daninhas resistentes, ou ampliação da resistência (resistência múltipla), e a integração de métodos de controle é imprescindível para se manter a sustentabilidade dos sistemas produtivos.

**Agradecimento:** agradecemos ao Eng Agr. Alexandre B. de Oliveira, da Monsanto, pela coleta de dados para as análises de crescimento de *A. palmeri* em campo.

## Marcadores moleculares utilizados pelo IMAmt para a identificação de *Amaranthus palmeri*

**Para o trabalho de** monitoramento é indispensável que se realize a identificação assertiva de *A. palmeri* em detrimento das demais espécies do gênero presentes em nossas áreas de produção. De modo geral, essa identificação é feita morfológicamente. Porém, devido à grande semelhança com as demais espécies do gênero *Amaranthus*, é uma prática difícil de ser realizada a campo. Erros de identificação podem causar prejuízos aos produtores, pela demora na adoção de medidas eficientes

de controle, atrapalhando a aplicação das recomendações presentes na IN 86 de 2015 do INDEA-MT para a contenção dessa planta daninha.

O emprego de marcadores moleculares como ferramenta adicional para identificação genética de espécies de *Amaranthus* apresenta-se como opção viável e precisa para separar a espécie *Amaranthus palmeri* das demais, eliminando as chances de erros ocasionados pela identificação apenas visual.

Essa metodologia já é empregada pelo Laboratório de Biologia Molecular do IMAmt utilizando-se dois marcadores moleculares (AP1 e AP2) para, primeiramente, diferenciar as espécies *Amaranthus palmeri* e *Amaranthus spinosus* das espécies *Amaranthus deflexus*; *Amaranthus hybridus*; *Amaranthus retroflexus* e *Amaranthus viridis* (Figura 8), e em seguida diferenciar *Amaranthus palmeri* de *Amaranthus spinosus* (Figura 9).

Com a disponibilidade desta ferramenta, é possível

coletar material de plantas de caruru no campo (normalmente folhas) e levar ao laboratório para que a identificação e confirmação da presença da espécie *Amaranthus palmeri* seja realizada com precisão.

É importante destacar que, atualmente, o órgão de defesa vegetal (INDEA-MT) trabalha com os dois métodos de identificação (morfológico e por Biologia Molecular) antes de atestar a presença de *Amaranthus palmeri* em uma área e aplicar a IN 86/2015.

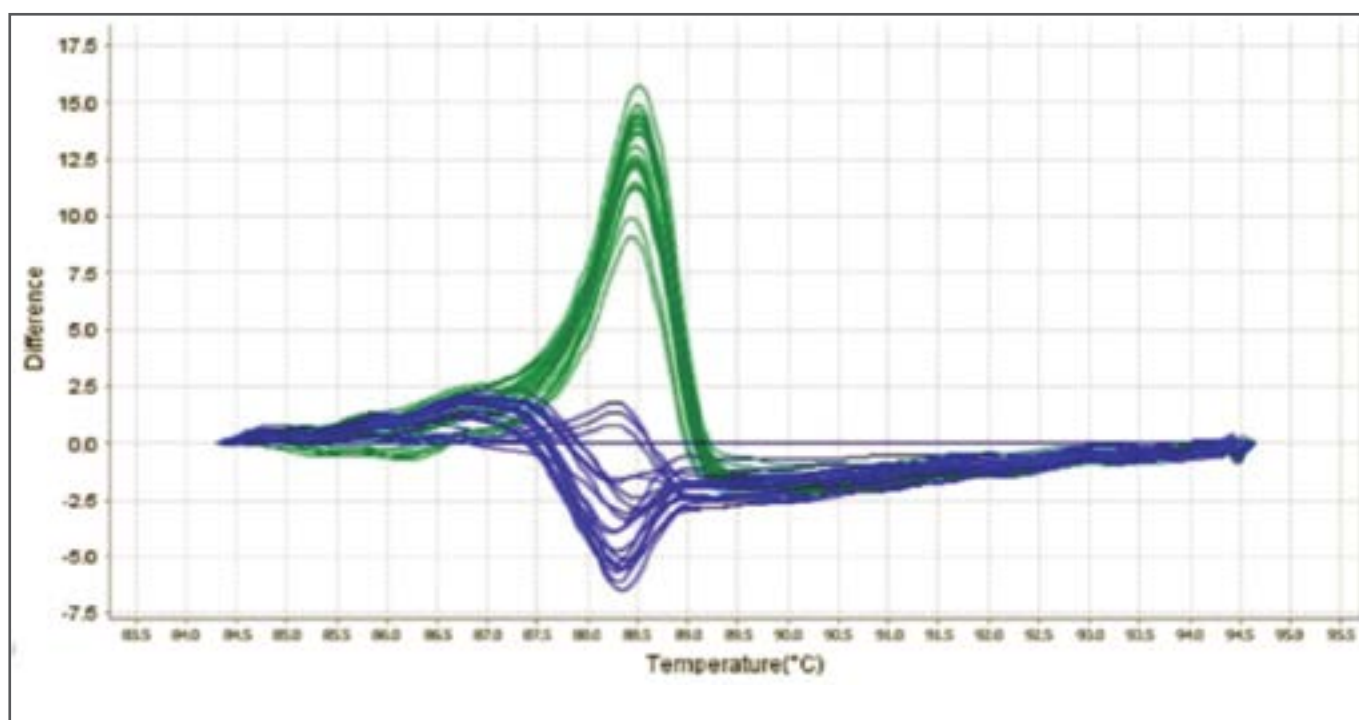


Figura 8. Padrões de curvas gerados pelo marcador molecular AP1 que permite diferenciar *A. palmeri*, *A. spinosus* (VARIANTE VERDE) de *A. deflexus*, *A. hybridus*, *A. retroflexus* e *A. viridis* (VARIANTE AZUL).

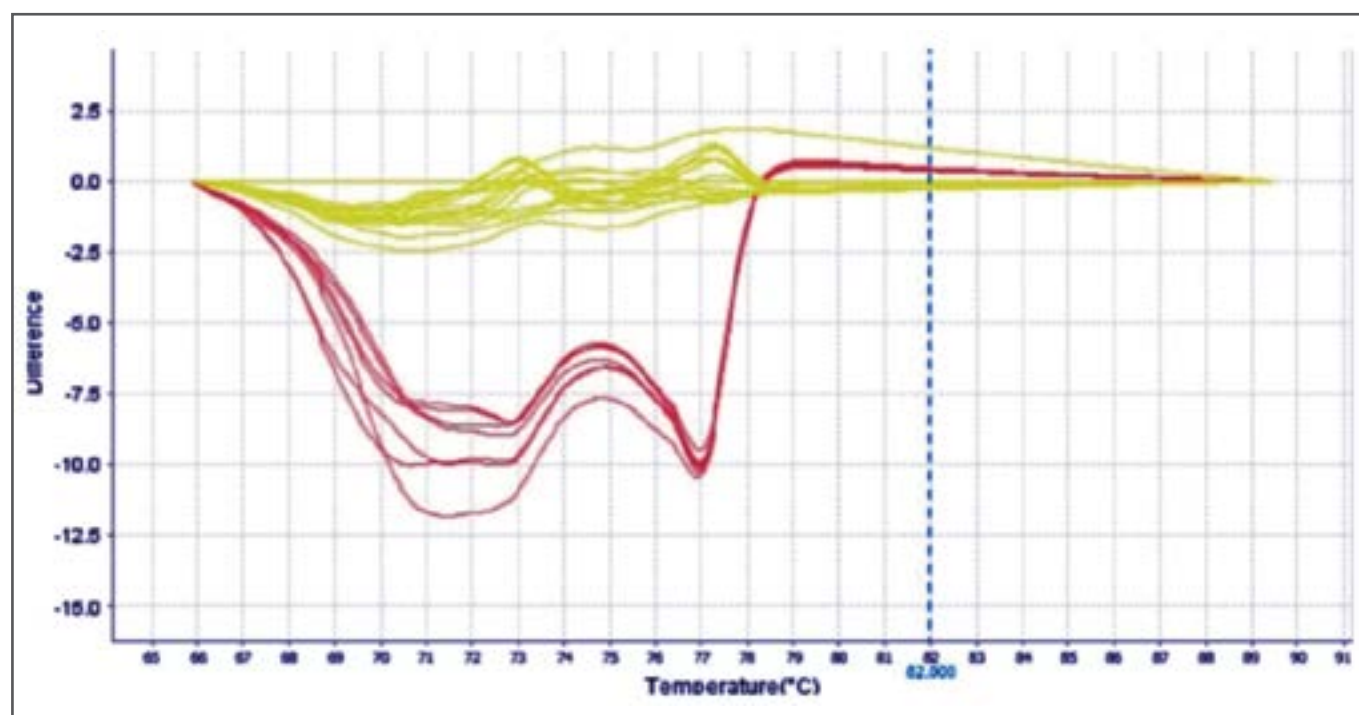


Figura 9. Padrões de curvas gerados pelo marcador molecular AP2 que permite diferenciar *A. palmeri* (VARIANTE AMARELO) de *A. spinosus* (VARIANTE VERMELHO).

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE JUNIOR, E.R.; CAVENAGHI, A.L.; GUIMARÃES, S.C. Primeiro relato de *Amaranthus palmeri* no Brasil em áreas agrícolas no estado de Mato Grosso. **Circular Técnica**, nº 19, IMAMt, 2015. 8 p.

ANDRADE JUNIOR, E.R.; CAVENAGHI, A.L.; GUIMARÃES, S.C. *Amaranthus palmeri* em Mato Grosso: caracterização da espécie, situação atual e controle. **Circular Técnica**, nº 30, IMAMt, 2017. 8 p.

CARVALHO, S. J. P. *et al.* Detection of glyphosate-resistant Palmer Amaranth (*Amaranthus palmeri*) in agricultural areas of Mato Grosso, Brazil. **Planta Daninha**, 33(3), 579-586, 2015.

CHAHAL, P. S. *et al.* Herbicide-resistant palmer amaranth (*Amaranthus palmeri* S. Wats.) in the United States—mechanisms of resistance, impact, and management. In: Price, A. (Ed.), **Herbicides, agronomic crops, and weed biology**, 2015. Disponível em:

<http://www.intechopen.com/books/herbicides-agronomic-crops-and-weed-biology/herbicide-resistant-palmer-amaranth-amaranthus-palmeri-s-wats-in-the-united-states-mechanisms-of-res> Acesso em: 15 jul. 2015.

GONÇALVES NETO, A. *et al.* Multiple resistance of *Amaranthus palmeri* to ALS and EPSPS inhibiting herbicides in the state of Mato Grosso, Brazil. **Planta Daninha**, 33(3), 579-586, 2016.

INDEA. Instrução Normativa INDEAMT nº 086/2015. **Diário Oficial**, nº 26576, p. 33, 2015. Disponível em: [HTTP://www.indea.mt.gov.br/download.php?id=294243](http://www.indea.mt.gov.br/download.php?id=294243). Acesso em: 15 jul. 2015.

INTERNATIONAL SURVEY OF HERBICIDE RESISTANCE WEEDS (ISHRW), 2018. Disponível em: <http://www.weeds-science.com>. Acesso: 15 jan. 2018.

TUESCA, D.; PAPA, J.C.; Morichetti, S. ***Amaranthus palmeri* (S.) Watson Bases para su manejo y control en sistemas de producción**, 2016. Disponível em: <http://www.aapresid.org.ar/wp-content/uploads/sites/3/2016/12/Manual-Amaranthus-Palmeri-PARA-WEB-FINAL.pdf> Acesso em: 15 jul. 2017.

WARD, S. M.; WEBSTER R, T. M.; STECKEL, L. E. Palmer amaranth (*Amaranthus palmeri*): a review. **Weed Technol.**, v. 27, n. 1, p. 12-27, 2013.

## REALIZAÇÃO



### PARCERIA



### APOIO FINANCEIRO

